

Sự xuống cấp của bê tông cốt thép

Deterioration of Steel Reinforced Concrete

G.K. GLASS

Fosroc International, Staffordshire, UK

Vũ Việt Hưng (Biên dịch)

Sinh viên Cao học, Khoa Xây dựng, Đại học Tokyo, Nhật Bản
Bộ môn Cơ sở Hạ tầng Giao thông
Viện KHCN GTVT - Đại học Giao thông Vận tải, Việt Nam
Láng thượng – Đống Đa – Hà Nội
Email: viethung2004vn@yahoo.com

Tóm tắt: Bê tông cốt thép là một trong những vật liệu xây dựng được sử dụng rất phổ biến hiện nay. Sự xuống cấp của các công trình bê tông cốt thép đã và đang trở thành vấn đề cấp bách, do số lượng và chi phí cho việc duy tu, bảo dưỡng, phục hồi chức năng khai thác của các công trình này là rất lớn. Bài báo cáo này nhằm giới thiệu tổng quát các quá trình phá hoại của kết cấu bê tông cốt thép, các giải pháp cũng như việc mô hình hóa tính toán tuổi thọ khai thác công trình. Đây là loạt bài thứ nhất viết về các quá trình phá hoại trong bê tông.

Abstract: Reinforced concrete is one of the most popular construction materials used in present. Deterioration of reinforced concrete structures has been became the hot issue in recently, because of the huge number of damage structures and expensive cost for maintenance and recovery. A series of this paper aims to introduce some main destructive damages, countermeasures as well as modeling the service life of reinforcing concrete structures. This is the first part of this series that presents the concrete deteriorations.

Key Words: damage, reinforcement corrosion, concrete deterioration.

1. Đặt vấn đề

Bê tông cốt thép là vật liệu quan trọng nhất được sử dụng trên thế giới. Việc tiêu thụ bê tông trên toàn thế giới đứng hàng thứ hai chỉ sau việc tiêu thụ nước với hơn 1 tấn/người/năm (theo Sedgwich 1991). Quá trình xuống cấp của bê tông cốt thép bao gồm cả 2 quá trình: vật lý và hóa học.

Sự mài mòn và tác động của ngoại lực là những ví dụ điển hình cho quá trình xuống cấp vật lý. Các quá trình khác, như sự đóng băng của chất lỏng trong các lỗ rỗng của bê tông hay sự kết tinh của muối trong lỗ rỗng có thể gây giãn nở trong bê tông. Sự xuống cấp do hóa học của bê tông hay quá trình ăn mòn thép cũng có thể xảy ra. Quá trình xâm thực của ion-sun phát có thể gây ra nhiều dạng ăn mòn sun phát trong vữa xi

măng, đôi khi các cốt liệu cũng tương tác với xi măng kiềm cao dẫn đến phản ứng kiềm hóa cốt liệu hay phản ứng kiềm-silicat. Sự ăn mòn thép trong bê tông là quá trình xuống cấp nghiêm trọng nhất ảnh hưởng đến kết cấu bê tông (Hình 1).



Hình 1 Sự xuống cấp của kết cấu bê tông

Người ta ước tính rằng chi phí cần để sửa chữa các cây cầu bị xuống cấp do ăn mòn thép trong bê tông ở Mỹ năm 2000 khoảng 5 tỷ đô la Mỹ (theo FHA, 1999). Thêm vào đây, những công trình cầu đường, nhà cửa và các công trình biển cũng chịu tác động. Ở Anh, năm 1997 ước tính khoảng 750 triệu bảng Anh để phục hồi tất cả các hư hỏng do ăn mòn ở các công trình (BRE, 2002). Khi quá trình ăn mòn diễn ra, các sản phẩm sẽ thay thế kim loại ban đầu với thể tích lớn hơn. Điều này tạo ra ứng suất kéo trong bê tông, gây nứt và phá vỡ lớp bê tông bảo vệ (Hình 2). Biểu hiện của sự phá hoại đầu tiên thường là sự xuất hiện vết nứt dọc theo thanh thép (Hình 3).



Hình 2 Phá vỡ lớp bê tông bảo vệ



Hình 3 Vết nứt dọc theo cốt thép

Sự ăn mòn thép trong bê tông dẫn đến sự phá hoại kết cấu nghiêm trọng nếu không được sửa chữa (Hình 4). Ví dụ điển hình như, tháng 5 năm 2000, sự cố sập cầu đi bộ ở Bắc Carolina làm bị thương hơn 100 người. Năm 1967, cây cầu nổi Point Pleasant, phía Tây Virginia, với Kanauga, Ohio, bị sập bởi rất nhiều các bộ phận bị xuống cấp do ăn mòn. Cây cầu Dickson ở Montreal năm 1990 cũng bị ngừng hoạt động do sự ăn mòn làm xuống cấp.



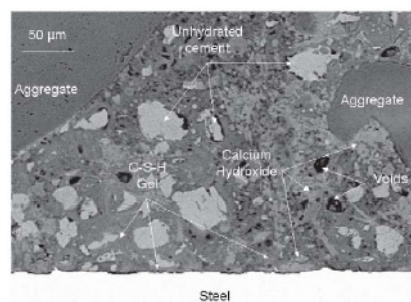
Hình 4 Phá hoại của kết cấu bê tông

Trong bài viết này sẽ trình bày quá trình xuống cấp của kết cấu bê tông cốt thép, với nhấn mạnh chủ yếu về sự xuống cấp do quá trình ăn mòn.

2. Bê tông

2.1 Vật liệu cấu thành

Bê tông bao gồm hỗn hợp của đá và cát (cốt liệu thô và mịn) trong vữa hồ xi măng. Vữa xi măng là hỗn hợp của xi măng và nước phản ứng với nhau tạo nên sản phẩm thủy hóa và các lỗ rỗng chứa nước. Sản phẩm thủy hóa chủ yếu là các gel canxi silicat thủy hóa vô định hình và canxi hydroxit. Rất nhiều các sản phẩm nhỏ khác cũng hình thành, đáng kể như các pha của khoáng aluminat (Taylor, 1997).



Hình 5 Mặt cắt bê tông

Hình 5 mô tả hình ảnh thu được từ máy quét siêu điện tử của mặt cắt thép trong bê tông xi măng

Portland cho thấy sự hình thành các pha chính. Sự khác nhau của gam màu xám trong các ảnh này phụ thuộc vào mật độ electron của vật liệu. Các pha chính được phân loại theo độ sáng, chẳng hạn như thép (sáng nhất) > các hạt xi măng chưa thủy hóa > Canxi hydroxit (CH) > gel (chủ yếu là canxi silicat thủy hóa C-S-H) ~ các sản phẩm aluminat ~ cốt liệu > lỗ rỗng (tối nhất) (Glass et al., 2001b).

Có rất nhiều loại xi măng, phổ biến nhất là xi măng Portland thường (OPC) được sản xuất bởi đốt nóng các nguyên liệu thô chứa canxi và silica đến nhiệt độ cao và nghiền mịn clinker. OPC còn được chia làm 2 loại: xi măng Portland chống ăn mòn sun phát và xi măng Portland đóng rắn nhanh. Tro bay từ các nhà máy điện và xỉ của các nhà máy luyện thép cũng có tính chất xi măng và tro nhiên liệu nghiền (PFA) hay xỉ lò cao (GGBS) có thể dùng để thay thế xi măng Portland trong bê tông. Điển hình như trong xi măng có thể chứa đến 35% PFA hay 70% GGBS. Các hạt silica siêu mịn và metakaolin là những vật liệu có tính chất xi măng khác cũng có thể được trộn với Portland xi măng với hàm lượng nhỏ hơn. Những xi măng hỗn hợp như vậy được dùng nhằm cải thiện các tính chất của bê tông và đôi khi hạ giá thành sản xuất. Các loại xi măng được phân chia theo các tiêu chuẩn quốc tế khác nhau (ASTM, 1996; BS EN 197-1, 2000).

Các phụ gia cũng được đưa vào trong bê tông với hàm lượng nhỏ (thường 1%) nhằm cải thiện các tính chất của bê tông. Có thể ví dụ như các phụ gia siêu dẻo, các phụ gia chống thấm, phụ gia cuốn khí và các chất làm chậm hay tăng tốc quá trình thủy hóa của xi măng. Phụ gia siêu dẻo cải thiện tính công tác của bê tông, vì thế cho phép giảm lượng nước nhào trộn đến 20%. Phụ gia cuốn khí dùng để cải thiện khả năng chống sự xuống cấp của bê tông do quá trình đóng/tan băng. Bê tông phải duy trì tính công tác trong khi đổ vào ván khuôn (Hình 6). Các phụ gia kiềm hãm quá trình thủy hóa có thể được dùng nhằm kéo dài thời gian ninh kết, trong khi các phụ gia đóng rắn nhanh có tác dụng rút ngắn thời gian ninh kết, nhanh chóng đạt được cường độ sau đi đổ bê tông.



Hình 6 Công tác đổ bê tông

2.2 Tính chất

Bê tông là vật liệu rất khỏe, phát triển cường độ nén rất nhanh. Chất lượng bê tông hợp lý có thể đạt cường độ lớn hơn 40 MPa. Mặc dù chịu nén tốt, nhưng bê tông chịu kéo rất kém. Thông thường cường độ chịu kéo chỉ bằng 10% cường độ chịu nén. Cốt thép được dùng trong bê tông nhằm tăng cường khả năng chịu kéo của bê tông. Bê tông có hệ số giãn nở nhiệt xấp xỉ so với thép, và do thế chúng có thể cùng làm việc tốt với nhau khi nhiệt độ thay đổi.

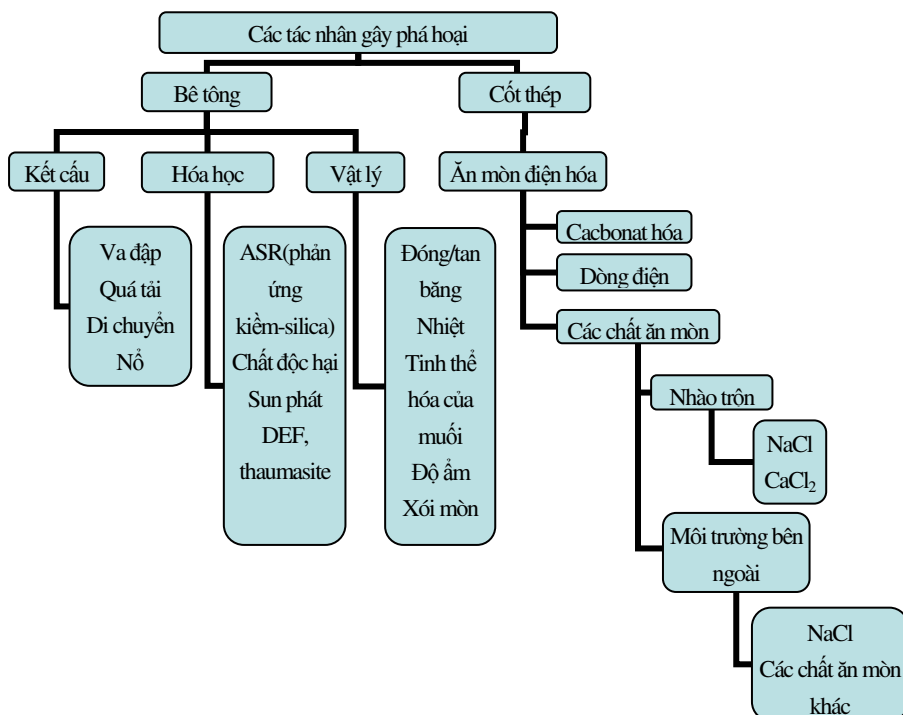
Bê tông có các lỗ rỗng và chúng có ảnh hưởng rất quan trọng đến tính chất của bê tông. Canxi-silicat thủy hóa, sản phẩm chính của quá trình thủy hóa, có độ rỗng khoảng 28% (lỗ rỗng gel). Nước dư thừa sẽ chiếm chỗ trong bê tông, dẫn đến sự hình thành các lỗ rỗng mao dẫn. Trong bê tông cũng có chứa không khí và các lỗ rỗng khác. Các lỗ rỗng mao dẫn có đường kính đến 1µm, trong khi các lỗ rỗng gel có đường kính vài nm. Những bọt túi cuốn khí điển hình có đường kính 0.1 mm và được phân bố khắp nơi trong vữa xi măng. Những túi khí hình thành do quá trình thi công thường có kích thước lớn hơn, có thể đến vài mm và chiếm đến 2% thể tích của bê tông. Những khuyết tật khác cũng có thể tồn tại như các vết nứt bên trong, các lỗ rỗng bên dưới các hạt cốt liệu, và rỗ “tổ ong” (Glass and Buenfeld, 2000a).

Các chất dẫn điện thường xuất hiện trong các lỗ rỗng và các khuyết tật lớn hơn trong bê tông. Nó chứa các ion như Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , OH^- và SO_4^{2-} , cũng như oxy hòa tan. Điểm đáng chú ý của xi măng thủy hóa là các pha chứa nước nhanh chóng đạt được pH cao. Hơn nữa, vật liệu có phần lưu trữ kiềm lớn dưới dạng các sản phẩm thủy hóa hòa tan chống lại sự giảm pH ở các giá trị trên 10. Dung dịch có tính kiềm trong các lỗ rỗng của bê tông tạo điều kiện thuận lợi cho sự hình thành lớp thụ động trên bề mặt cốt thép. Lớp thụ động được hình thành từ các oxit không hòa tan, sản phẩm của các phản ứng nhiệt động học giữa thép, nước và oxy trong môi trường có pH cao. Màng thụ động đóng vai trò lớp rào cản, cản trở quá trình ăn mòn cốt thép.

Bê tông không có lớp bảo vệ, do đó dễ dàng bị xâm nhập bởi các chất từ môi trường bên ngoài. Sự xâm nhập của các chất độc hại có thể diễn ra qua hệ thống lỗ rỗng, thường chủ yếu qua các lỗ rỗng mao dẫn. Vết nứt sẽ phát triển ở những nơi bê tông chịu ứng suất kéo và cốt thép chịu tải trọng, do đó sẽ làm giảm chức năng bảo vệ của lớp bê tông bảo vệ. Cũng có rất nhiều nguyên nhân khác nhau gây co ngót của bê tông có thể gây ra các vết nứt trong bê tông (Neville, 1996).

3. Sự xuống cấp của bê tông

3.1 Các quá trình xuống cấp



Hình 7 Quá trình xuống cấp của bê tông và ăn mòn cốt thép

Có rất nhiều quá trình làm giảm chất lượng khai thác của các công trình bê tông cốt thép, bao gồm quá trình xuống cấp của chính vật liệu bê tông và quá trình ăn mòn cốt thép (Hình 7) (ENV 1504-9, 1997). Khi kiểm tra, đánh giá quá trình phá hoại hay làm suy giảm chất lượng và đưa ra các giải pháp có thể, việc phân biệt các vấn đề có liên quan đến ăn mòn thép trong bê tông và các vấn đề về sự xuống cấp của bê tông là rất quan trọng. Quá trình suy thoái của bê tông có thể do vật lý hoặc hóa học trong tự nhiên. Chẳng hạn như, thời tiết, nhiệt độ quá cao hay thấp, sự ảnh hưởng của tự nhiên hay các chất công nghiệp, và phản ứng tương tác giữa cốt liệu và kiềm có thể dẫn đến sự xuống cấp của bê tông (Creegan et al., 1994).

Sự tác động của các chất hóa học đến vữa xi măng làm suy yếu tính chất của bê tông. Trong môi trường không khí hay nước có chứa chất axit, bê tông có thể bị phá hoại bởi các chất có tính axit và trong nước biển sự phá hoại bê tông có thể do các phản ứng hóa học của sun phát, cũng như quá trình tinh thể hóa các muối trong các lỗ rỗng. Trong nhiều trường hợp, khả năng chống thâm nhập của các chất nguy hiểm quyết định khả năng của bê tông chống lại các sự tác động này.

Ngoài ra, loại xi măng sử dụng cũng có ảnh hưởng. Hai dạng phá hoại hóa học quan trọng, ăn mòn sun phát và phản ứng giữa silicat và kiềm, sẽ được trình bày chi tiết bên dưới.

Các ví dụ liên quan đến sự phá hoại vật lý gồm ảnh hưởng của đóng/tan băng, ảnh hưởng của lửa và các tác động bên ngoài, mài mòn, và nổ. Ảnh hưởng chủ yếu của lửa là gây ra sự thay đổi nhiệt độ lớn trong bê tông với sự giãn nở nhiệt khác nhau làm phá vỡ lớp bê tông bảo vệ. Sự phá hủy cũng có thể do sai sót các nhân tố trong thiết kế như giãn nở do nhiệt và tải trọng. Phá hoại do đóng/tan băng sẽ được giới thiệu kỹ hơn ở phần sau.

3.2 Ăn mòn sun phát

Ăn mòn sun phát do quá trình phản ứng hóa học giữa sun phát hòa tan và các thành phần trong xi măng. Các sản phẩm hình thành chiếm thể tích lớn hơn rất nhiều so với các chất mà chúng đã thay thế và làm cho vữa xi măng bị phá hoại; do đó gây giãn nở và phá hoại bê tông. Sự phá hoại do sun phát có thể bao gồm sự hình thành ettringite, quá trình ettringite muộn, và sự hình thành thaumasite (Hobbs, 2001).

Ettringite hay Canxi aluminum sun phát hydroxit thủy hóa ($\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{12} \cdot 26\text{H}_2\text{O}$) được hình thành từ phản ứng giữa ion sun phát và các pha aluminat trong xi măng. Nó được hình thành trong quá trình thủy hóa xi măng khi canxi sun phát được trộn vào trong bê tông để kiểm soát quá trình thủy hóa. Nó là chất có tính giãn nở nhưng chỉ có tác dụng phá hoại khi hình thành sau khi xi măng đã hóa cứng.

Sự hình thành ettringite trong quá trình thủy hóa có thể chậm trễ khi nhiệt độ trên 65°C trong khi xi măng phát triển cường độ. Sự giãn nở bên trong do quá trình hình thành ettringite muộn gây nứt trong bê tông. Nhiệt độ cao có thể do nhiệt tỏa ra từ phản ứng thủy hóa hay do quá trình bảo dưỡng đặc biệt (ví dụ như bảo dưỡng bằng hơi nước nóng). Những vấn đề này có thể được giải quyết thông qua việc thiết kế hợp lý.

Trường hợp phổ biến của quá trình ăn mòn sun phát là quá trình xâm thực sun phát từ môi trường bên

ngoài vào trong bê tông và tạo ra ettringite. Sun phát có thể tồn tại trong nước ngầm, kênh đào, và đường ống chất thải. Quá trình phá hoại bắt đầu từ bề mặt bên ngoài. Các góc cạnh đặc biệt rất dễ bị ảnh hưởng và kết quả là bề mặt bê tông dễ bị phá vỡ (Hình 8).

Thaumasite hay Canxi silicat cacbonat sun phát thủy hóa ($\text{Ca}_3\text{Si}(\text{OH})_6\text{CO}_3\text{SO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) được hình thành do sun phát xâm nhập vào bê tông hay vữa. Nó thường bắt gặp ở môi trường ẩm và lạnh như các công trình ngầm với các điều kiện có sẵn sun phát, cacbonat, và nước. Bê tông sử dụng cốt liệu đá vôi thường bị ảnh hưởng của thaumasite, bởi chúng là nguồn cung cấp ion cacbonat. Thaumasite trương nở và tác động đến cả hồ xi măng và cốt liệu. Tuy nhiên công trình phá hoại bởi quá trình này rất ít gặp trong thực tế.



Hình 8 Xâm thực của mô trường

Nhiều chỉ dẫn đã được thiết lập nhằm giúp đỡ theo dõi tác động của môi trường liên hệ đến rủi ro cao của các quá trình phá hoại và các giải pháp nhằm tránh các phá hoại này (BCA, 2001). Các giải pháp có thể kể như biện pháp bao phủ và dùng các xi măng có khả năng kháng lại các chất nguy hiểm xâm nhập. Có thể thay thế lớp bê tông bị hư hỏng bởi bê tông mới. Để ngăn chặn xâm thực của sun phát nên bọc bao phủ bên ngoài.

3.3 Phản ứng kiềm-silica

Phản ứng kiềm-silica là phản ứng hóa học giữa các khoáng silic trong cốt liệu với kiềm trong bê tông. Phản ứng tạo ra gel trương nở sau khi xi măng hình thành cường độ, gây ứng suất bên trong dẫn đến giãn nở và nứt bê tông.

Các nhân tố ảnh hưởng đến tốc độ phản ứng và mức độ giãn nở gồm hàm lượng kiềm, lượng cốt liệu hoạt tính, và kích thước hạt, độ ẩm của bê tông, sự chênh lệch độ ẩm, nhiệt độ và tính xuyên thấm của bê tông. Hàm lượng kiềm (đo bằng hàm lượng Natri và Kali trong dung dịch pH cao chứa trong lỗ rỗng bê tông) phụ thuộc vào loại xi măng. Sự giãn nở ít khi

xuất hiện khi hàm lượng kiềm ($\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$) dưới 0.6% và nói chung giãn nở càng nhiều cùng với sự tăng hàm lượng kiềm (Concrete Society, 1987). Tuy nhiên, không phải tất cả các loại cốt liệu đều bị ảnh hưởng bởi phản ứng kiềm-silica.

Biểu hiện bên ngoài của phản ứng kiềm-silica là sự xuất hiện các vết nứt cùng với sự giãn nở bên trong. Hình 9 cho thấy việc quan sát, theo dõi phản ứng ở giai đoạn ban đầu phải tiến hành lấy mẫu bê tông để phân tích nhằm phát hiện sự tồn tại của gel.



Hình 9 Quan sát phản ứng của bê tông

Việc sửa chữa các hư hỏng do các quá trình xuống cấp vẫn còn là vấn đề của nhiều nghiên cứu. Phương pháp tốt nhất là giữ bê tông khô ráo, ngăn chặn phản ứng xảy ra. Các biện pháp khác có thể dùng như xử lý bề mặt và vật liệu bao phủ. Phương pháp khác có thể kể đến liên quan đến việc dùng các biện pháp điện hóa học để tẩm bê tông bởi ion bạc nhằm ngăn chặn phản ứng xảy ra trên bề mặt cốt liệu.

3.4 Đóng/tan băng

Quá trình đóng băng diễn ra trong các lỗ rỗng mao dẫn khi nhiệt độ thấp gây giãn nở bên trong, bởi vì nước đóng băng chiếm thể tích lớn hơn so với nước. Kết quả của quá trình đóng và tan băng làm cho sự giãn nở xảy ra và lặp lại nhiều lần, sau cùng dẫn đến sự phá hoại các thành lỗ rỗng. Mức độ phát triển của sự phá hoại khác nhau từ co giãn bề mặt đến phá hoại hoàn toàn khi lớp băng hình thành. Ở vùng có khí hậu ôn hòa, điều kiện thuận lợi cho quá trình này là những nơi ẩm trong thời gian dài như ven đường và kết cấu sàn. Ở khí hậu lạnh, hư hỏng do đóng băng diễn ra phổ biến và nghiêm trọng hơn nếu không được xem xét và chú ý đến.

Các nhân tố chính ảnh hưởng đến khả năng chống lại băng giá của bê tông là mức độ bão hòa và cấu trúc lỗ rỗng của hồ xi măng. Đối với thùng chứa kín, mức độ bão hòa cực đại là 91.7%. Nếu thể tích nước vượt

quá giới hạn trên, khi đóng băng sẽ lấp đầy thùng chứa và gây ra áp suất lớn. Đối với vật liệu rỗng như bê tông, tình huống sẽ phức tạp hơn. Sự phá hoại liên quan đến tốc độ nước đóng băng và tốc độ nước có thể thoát ra khỏi hệ thống lỗ rỗng.

Phá hoại do băng giá có thể ngăn ngừa bởi biện pháp cuốn khí. Bê tông cuốn khí được sản xuất nhờ dùng phụ gia. Các bọt khí, đường kính điển hình 0.1 mm, khác biệt rõ ràng với các bọt khí lớn hơn do thi công. Các bọt khí thường không ảnh hưởng nhiều đến tính xuyên thấu của bê tông bởi vì các bọt khí không nối kết với nhau. Thật ra, các ion có thể xâm nhập vào các lỗ rỗng chứa khí. Tuy nhiên, cường độ của bê tông cuốn khí sẽ bị suy giảm.

Có thể dùng bê tông đổ theo phương pháp truyền thống để thay thế phần bê tông bị hư hỏng do băng giá. Tuy nhiên nên dùng vật liệu sửa chữa chống băng giá (CEN Task Group, 1995). Ngoài ra, những biện pháp xử lý khác có thể áp dụng nhằm giảm thiểu sự xâm nhập của hơi ẩm vào trong bê tông, giảm thiểu nguy cơ phá hoại băng giá trong tương lai.

3.5 Các dạng phá hoại khác

Ngoài phá hoại do phản ứng kiềm-silica, ăn mòn sun phát và đóng/tan băng, các dạng suy giảm chất lượng bê tông khác ít phổ biến gồm ảnh hưởng của axit, sự kết tinh của muối, mài mòn và hư hỏng vật lý, và phá hủy do cháy.

Trong thực tế chỉ có một phần nhỏ các công trình bê tông sử dụng tiếp xúc với các chất hóa học độc hại từ môi trường. Tốc độ phá hủy của các hóa chất được trình bày theo bảng 1 (phụ lục). Ảnh hưởng của các chất hóa học là chúng phá hủy hồ xi măng, làm suy yếu bê tông. Trong nhiều trường hợp, khả năng kháng của bê tông đối với các dạng phá hoại trên được xác định chủ yếu bởi khả năng chống xuyên thấu của các nhân tố gây hại. Loại xi măng sử dụng ít có ảnh hưởng nhiều.

Sự phá hoại bởi axit xảy ra khi độ pH dưới 5 và gây ra sự ăn mòn hồ xi măng. Quá trình này có thể diễn ra khi bê tông làm việc trong môi trường có khí hay nước có tính axit. Ảnh hưởng của khí axit xảy ra ở những nơi như các ống khói và các hầm xe lửa hơi nước. Một ví dụ cho việc phá hoại bê tông bởi axit dưới dạng lỏng như bê tông nền móng bị tác động bởi nước vùng đất hoang mạc đầy thạch nam thường có giá trị pH dưới 4.

Sự phá hoại của nước biển do phản ứng hóa học của sun phát trong nước biển cũng như quá trình tinh thể hóa các muối trong lỗ rỗng. Bởi vì quá trình kết

tinh của muối xảy ra do sự bay hơi của nước, do đó những phần bê tông ở vùng mực nước thay đổi thì sự phá hủy này diễn ra rất mạnh mẽ. Ngoài ra còn chịu tác động của sóng biển, mài mòn, và ảnh hưởng của phá hoại do băng giá (ở những vùng khí hậu lạnh).

Tác động chủ yếu của lửa là gây ra biến độ thay đổi nhiệt độ rất lớn trong bê tông. Sự khác nhau về sự giãn nở nhiệt làm bong vỡ lớp phủ bề mặt và giảm cường độ. Ảnh hưởng trực tiếp của nhiệt độ đến cường độ của bê tông là nhỏ. Sự mất độ ẩm khi nhiệt độ cao có thể dẫn đến sự suy giảm cường độ và tính đàn hồi. Cần chú ý rằng, khi chịu ảnh hưởng của lửa, toàn bộ kết cấu bê tông có độ bền cao hơn so với thép.

Sự rửa trôi của các hợp chất vôi trong bê tông dẫn đến sự tích trữ các muối trên bề mặt, được gọi là quá trình efflorescence (“nở hoa”). Thường xảy ra với bê tông rỗng gần bề mặt. Nó làm cho bề mặt dễ bị vỡ vụn và rất khó cho việc bao phủ. Ảnh hưởng chủ yếu là về vấn đề thẩm mỹ.

Sự xuống cấp của các công trình bê tông cũng có thể bắt nguồn từ khâu thiết kế và các hư hỏng vật lý. Ví dụ như thiết kế giãn nở nhiệt cho phép không chính xác và tải trọng quá mức.

(Hết phần 1)

(Phần tiếp theo: Ăn mòn cốt thép)

Tài liệu tham khảo

1. G.K. GLASS. Fosroc International, Staffordshire, UK. Deterioration of Steel Reinforced Concrete.
2. ASTM, 1996, Standard Specification for Portland Cement, Designation: C-150-92, and Standard Specification for Blended Hydraulic Cement, C-595-92, American Society for Testing and Materials, Philadelphia.
3. R. Weydert (ed.), 2002, COST 521: Corrosion of Steel in Reinforced Concrete Structures, Final report, European Cooperation in the field of Science and Technology, Luxembourg, February 2002.
4. P. B. Bamforth, W. F. Price and M. Emerson, 1997, International Review of Chloride Ingress into Structural Concrete, TRL contractor report 359, Transport Research Laboratory, Edinburgh, Scotland.
5. BCA, 2001, Specifying Concrete to BS EN 206-1/BS 8500: Concrete Resistant to Chemical Attack, British Cement Association, Crowthorne, UK.
6. BRE, 2002, Guide to the maintenance, repair and monitoring

of reinforced concrete structures, (DME 5.1, Report 4), Building Research Establishment, Watford, UK, February 23, 2002.
7. BRE Digest 444, 2000a, Corrosion of Steel in Concrete: Part2. Investigation and Assessment, BRE Centre for Concrete Construction, Building Research Establishment, Watford, UK,

February, 2000.

8. BRE Digest 444, 2000b, Corrosion of Steel in Concrete: Part3. Protection and remediation, BRE Centre for Concrete Construction, Building Research Establishment, Watford, UK, February 2000.

Phụ lục

Bảng 1 Ảnh hưởng của một số chất hóa học phổ biến tác động đến bê tông

Tốc độ tác động ở nhiệt độ môi trường xung quanh	Axit vô cơ	Axit hữu cơ	Dung dịch muối	Các chất khác
Nhanh	Hydrochloric Hydrofluoric Nitric Sulfuric Phosphoric	Acetic Formic Lactic	Nhôm clorua	
Trung bình		Tannic	Amoni nitrat Amoni sun phát Natri sun phát Magie sun phát Canxi sun phát Amoni clorua Magie clorua	Brom (khí) Sunfit (lỏng)
Chậm	Cácbonic			Khí Clo Nước biển Nước mềm Amoniac (lỏng)
Không đáng kể		Oxalic	Canxi clorua Natri clorua Kẽm nitrat Natri cromat	